

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-052297

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int. Cl.

G02B 27/28

G02F 1/31

(21)Application number : 09-219009

(71)Applicant : FUJI ELELCTROCHEM CO LTD

(22)Date of filing : 31.07.1997

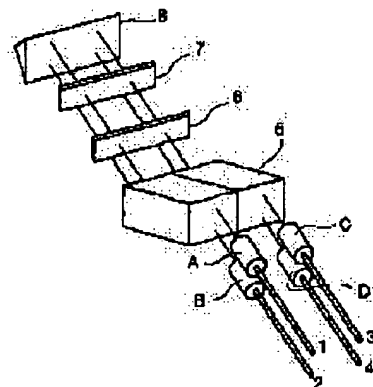
(72)Inventor : IMURA TOMOKAZU  
TOKUMASU TSUGIO

## (54) OPTICAL CIRCULATOR AND OPTICAL SWITCH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To constitute an optical circulator by using only one polarizing beam splitter and to provide constitution to draw out four optical fibers in the same direction.

SOLUTION: Four optical fibers 1 to 4 are disposed in parallel with each other, and ferrules with a lens at the end faces of the optical fibers are four ports A to D, and the polarizing beam splitter 5 is disposed to be opposed to the respective ports A to D, and then they are set in optical arrangement relation where a straight advancing beam from the port A and reflected beam from the port C are superposed and the straight advancing beam from the port B and the reflected beam from the port D are superposed. The upper two beams of the four beams emitted from the splitter 5 are transmitted through a Faraday rotator 6 and a 1/2 wavelength plate 7 and made incident on the upper half of a rectangular prism 8. When the two incident beams are reflected by the prism 8, their advancing directions are changed by 80° and beam courses are shifted downward, so that the beams are made incident on the splitter 5 without passing through the plate 7 and the rotator 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-52297

(43)公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 27/28

G 0 2 B 27/28

A

G 0 2 F 1/31

G 0 2 F 1/31

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-219009

(22)出願日 平成9年(1997) 7月31日

(71)出願人 000237721

富士電気化学株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72)発明者 井村 智和

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内

(72)発明者 徳増 次雄

東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内

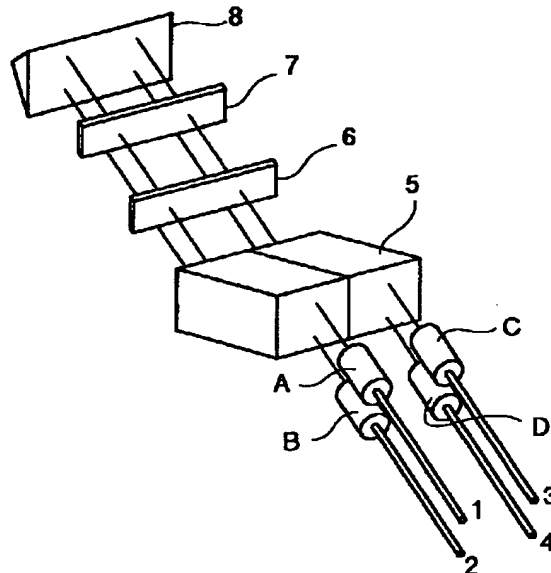
(74)代理人 弁理士 松井 伸一

(54)【発明の名称】 光サーキュレータ及び光スイッチ

(57)【要約】

【課題】 偏光ビームスプリッタを1個しか使わずに光サーキュレータを構成するとともに、4本の光ファイバを同一方向に引き出す構成とする。

【解決手段】 4本の光ファイバ1~4が平行に配設され、それらの端面のレンズ付きフェルールが4つのポートA~Dで、各ポートに対向して偏光ビームスプリッタ5が配設され、ポートAからの直進ビームとポートCからの反射ビームとが重なり、ポートBからの直進ビームとポートDからの反射ビームとが重なる光学的配置関係にする。偏光ビームスプリッタから出射してくる4本のビームのうち、上の2本のビームがファラデー回転子6と1/2波長板7を透過して直角プリズム8の上半分に入射し、その2本の入射ビームが直角プリズムで反射し、その進行方向が180度変わるとともに、ビーム進路が下にシフトして1/2波長板とファラデー回転子を通らずに偏光ビームスプリッタに入射する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 次の要件(1)、(2)、(3)を備えた光サーキュレータ。

(1) 4本の光ファイバが平行に配設され、それらの端面が4つのポートA・B・C・Dである。ポートAの下にポートBが位置し、ポートAの右にポートCが位置し、ポートBの右にポートDが位置している。

(2) 各ポートA～Dに対向して偏光ビームスプリッタが配設されている。ポートA～Dと偏光ビームスプリッタとは、ポートAからの直進ビームとポートCからの反射ビームとが重なり、ポートBからの直進ビームとポートDからの反射ビームとが重なる光学的配置関係になっている。

(3) 各ポートA～Dから見て、前記偏光ビームスプリッタの後方にファラデー回転子と1/2波長板と直角プリズムが配置されている。前記偏光ビームスプリッタから出射してくる4本のビームのうち、上の2本のビームが前記ファラデー回転子と前記1/2波長板を透過して前記直角プリズムの上半分に入射し、その2本の入射ビームが前記直角プリズムで反射し、その進行方向が180度変わるとともに、ビーム進路が下にシフトして前記ファラデー回転子と前記1/2波長板を通過せずに前記偏光ビームスプリッタに入射する、という光学的配置関係になっている。

【請求項2】 請求項1に記載の光サーキュレータであって、4つのポートA～Dのうちの1つのポートを欠落した3ポートタイプの光サーキュレータ。

【請求項3】 請求項1に記載の光サーキュレータであって、平行な2本の光ファイバ芯線を有する2芯フェルルによりポートAとBが構成され、同様な2芯フェルルによりポートCとDが構成され、かつポートAとBの光学的距離およびポートCとDの光学的距離を拡大するための補正プリズムを備えたことを特徴とする光サーキュレータ。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の光サーキュレータであって、各光学部品の表面がそれに入射するビームに対して直交しないように適宜に傾けて配置し、表面反射ビームの帰還を防止していることを特徴とする光サーキュレータ。

【請求項5】 請求項1、2、4のいずれか1項に記載の光サーキュレータの光学部品の配置を用い、さらにファラデー回転子の周囲に装着する磁界印加手段として、磁界の方向を切り替え可能な手段を用いたことを特徴とする光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバ通信システムなどの構成要素となる光サーキュレータ及び光スイッチに関し、特に、3本または4本の光ファイバの間に介在して複数系統の光を合波したり分波したりするの

に使用される光サーキュレータ及び光スイッチに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の代表的な光サーキュレータの構成が特公昭60-49887号公報に詳しく開示されている。これは、2個の偏光ビームスプリッタと、ファラデー回転子と、1/2波長板とによって構成されている。4つのポートとなる4本の光ファイバは2本1組となり、サーキュレータ・モジュールを挟んで互いに反対方向に伸びた構造となっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】光サーキュレータを構成する光部品の中で、特に偏光ビームスプリッタの価格が高い。他の部品価格が低下しているが、偏光ビームスプリッタはその製作が面倒であることから、きわめて高価格である。そして従来の光サーキュレータは偏光ビームスプリッタを2個使用しているので、コストダウンが困難であった。

【0004】また従来のものでは、サーキュレータ・モジュールを挟んで2本1組の光ファイバケーブルが互いに反対方向に伸び出す構造なので、これを使用する周囲の回路構成によっては実装面で取り扱いにくいことがある。さらに、光サーキュレータの組立時に、各ポート(光ファイバ)の光軸合わせが面倒だという問題があった。

【0005】本発明は前述した従来の問題点に鑑みなされたもので、その目的は、高価な偏光ビームスプリッタを1個しか使わずに光サーキュレータや光スイッチを構成するとともに、4本(または3本)の光ファイバを同一方向に引き出す構成を実現することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による光サーキュレータは基本的に次の要件(1)(2)(3)を備えるものである。

(1) 4本の光ファイバが平行に配設され、それらの端面が4つのポートA・B・C・Dである。ポートAの下にポートBが位置し、ポートAの右にポートCが位置し、ポートBの右にポートDが位置している。

(2) 各ポートA～Dに対向して偏光ビームスプリッタが配設されている。ポートA～Dと偏光ビームスプリッタとは、ポートAからの直進ビームとポートCからの反射ビームとが重なり、ポートBからの直進ビームとポートDからの反射ビームとが重なる光学的配置関係になっている。

(3) 各ポートA～Dから見て、前記偏光ビームスプリッタの後方にファラデー回転子と1/2波長板と直角プリズムが配置されている。前記偏光ビームスプリッタから出射してくる4本のビームのうち、上の2本のビームが前記ファラデー回転子と前記1/2波長板を透過して前記直角プリズムの上半分に入射し、その2本の入射ビ

ームが前記直角プリズムで反射し、その進行方向が180度変わるとともに、ビーム進路が下にシフトして前記ファラデー回転子と前記1/2波長板を通らずに前記偏光ビームスプリッタに入射する、という光学的配置関係になっている(請求項1)。

【0007】以上の構成において、4つのポートA～Dのうちの1つのポートを欠落させれば3ポートタイプの光サーキュレータとなる(請求項2)。また、平行な2本の光ファイバ芯線を有する2芯フェルールによりポートAとBが構成され、同様な2芯フェルールによりポートCとDが構成され、かつポートAとBの光学的距離およびポートCとDの光学的距離を拡大するための補正プリズムを備えた構成を採ることもできる(請求項4)。さらに、各光学部品が表面がそれに入射するビームに対して直交しないように適宜に傾けて配置することで、表面反射ビームの帰還を防止できる。

【0008】また、請求項1、2、4のいずれか1項に記載の光サーキュレータの光学部品の配置を用い、さらにファラデー回転子の周囲に装着する磁界印加手段として、磁界の方向を切り替え可能な手段を用いることにより、光スイッチを形成するようにしても良い(請求項5)。なお、係る切り替え可能な手段としては、電磁石等を用いることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態による4ポートタイプの光サーキュレータの構成を図1～図5に示している。4本の光ファイバ1、2、3、4が平行に配設され、それらの端面のレンズ付きフェルールが4つのポートA、B、C、Dである。具体的にはポートAの下にポートBが位置し、ポートAの右にポートCが位置し、ポートBの右にポートDが位置している。そしてポートA Bの間隔とポートC Dの間隔は等しく、ポートA Cの間隔とポートB Dの間隔は等しくなるように設定している。

【0010】一方、各ポートA～Dに対向して偏光ビームスプリッタ5が配設されている。そしてポートA～Dと偏光ビームスプリッタ5の光学的配置関係については図2に詳しく示している。つまり、ポートAからの直進ビームとポートCからの反射ビームとが重なり、ポートBからの直進ビームとポートDからの反射ビームとが重なる光学的配置関係になっている。

【0011】各ポートA～Dから見て、偏光ビームスプリッタ5の後方にファラデー回転子6と1/2波長板7と直角プリズム8が配置されている。偏光ビームスプリッタ6から出射してくる4本のビームのうち、上の2本のビームがファラデー回転子6と1/2波長板7を透過して直角プリズム8の上半分に入射し、その2本の入射ビームが直角プリズム8で反射し、その進行方向が180度変わるとともに、ビーム進路が下にシフトして1/2波長板6とファラデー回転子7を通らずに偏光ビーム

スプリッタ5に入射するという光学的配置関係になっている。

【0012】もちろんこの光学的配置関係は可逆であり、偏光ビームスプリッタ6から出射してくる4本のビームのうち、下の2本のビームがファラデー回転子6と1/2波長板7を通らずに直角プリズム8の下半分に入射し、その2本の入射ビームが直角プリズム8で反射し、その進行方向が180度変わるとともに、ビーム進路が上にシフトして1/2波長板6とファラデー回転子7を透過して偏光ビームスプリッタ5に入射する。

【0013】本発明の光サーキュレータは以上のように構成されているので、図4に示すように、ポートAから出射したビームは偏光ビームスプリッタ5→ファラデー回転子6→1/2波長板7→直角プリズム8を往復して下隣のポートBに入射する。また図5に示すように、ポートBから出射したビームは偏光ビームスプリッタ5→ファラデー回転子6→1/2波長板7→直角プリズム8を往復して斜め上のポートCに入射する。図示していないが、同様にして、ポートCから出射したビームは下隣のポートDに入射し、またポートDから出射したビームは斜め上のポートAに入射する。

【0014】なお図3に示すように、直角プリズム7の表面が各ビームと直交しないように傾けて、表面反射ビームの帰還を防止している。

【0015】本発明の第2の実施の形態を図6～図8に示している。この実施の形態においては、平行な2本の光ファイバ芯線1と2を有する2芯フェルール10によりポートAとBが構成され、平行な2本の光ファイバ芯線3と4を有する2芯フェルール20によりポートCとDが構成され、かつポートAとBの光学的距離およびポートCとDの光学的距離を拡大するための補正プリズム9を備えている。その他の構成は先の実施の形態と同じである。なお、図中符号11はコリメータレンズであり、実際にはフェルール10、20の先端に実装されており、図示省略するが、図1～図5に示した実施の形態におけるフェルールの先端にもコリメータレンズは実装されている。

【0016】そして、上記のように2芯フェルールを用いる場合、図9(A)に示すように、フェルール内に対称的に光ファイバーを装着(各光ファイバーは、中心から等距離に配置される)するようにしてもよいが本発明はこれに限ることはなく、同図(B)に示すように一方の光ファイバをフェルール10の中心に装着し、他方の光ファイバを中心から所定距離だけ離反させるようにして装着するようにしてもよい。係る場合には、フェルールの中心とレンズ11'の中心を一致させればよいので、光学系の相対位置合わせが容易に行える。但し、図示するようにレンズの中心を通る光は直進し、レンズ11の周囲を通過する光は中心から離反するように進むため、プリズム9'は片台形状のものをを用いる必要があ

5

る。

【0017】さらにまた、上記した各実施の形態では、いずれも光サーキュレータについて説明したが、ファラデー回転子6に磁界を印加する手段として磁界の向きを反転できるように電磁石等を用いることにより、光スイッチとして使用することもできる。

【0018】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、高価な偏光ビームスプリッタを1個しか使わずに光サーキュレータや光スイッチを構成することができる。また、4本（または3本）の光ファイバをサーキュレータ・モジュールに対して同一方向に引き出す構成を実現することができる。その結果、モジュールと各ポートの光軸合わせ作業が容易に行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態による光サーキュレータの分解斜視図である。

【図2】同上第1実施の形態の平面図である。

6

【図3】同上第1実施の形態の側面図である。

【図4】同上第1実施の形態の作用を示す斜視図である。

【図5】同上第1実施の形態の作用を示す斜視図である。

【図6】本発明の第2実施の形態による光サーキュレータの分解斜視図である。

【図7】同上第2実施の形態の平面図である。

【図8】同上第2実施の形態の側面図である。

【符号の説明】

1～4 光ファイバ

A～D ポート

5 偏光ビームスプリッタ

6 ファラデー回転子

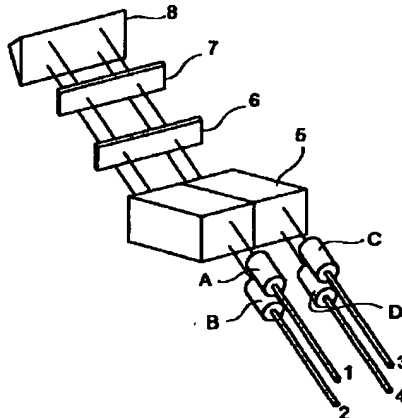
7 1/2波長板

8 直角プリズム

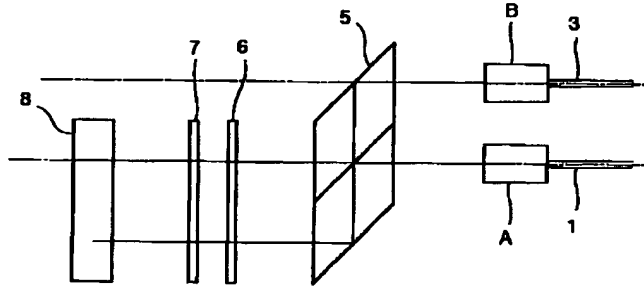
9 補正プリズム

10、20 2芯フェルルール

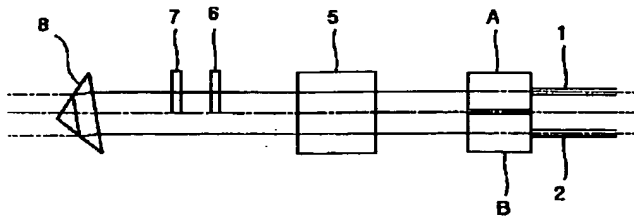
【図1】



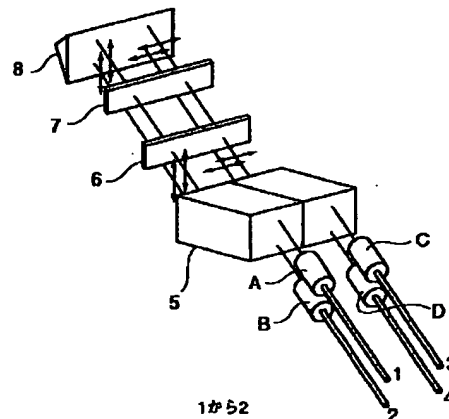
【図2】



【図3】

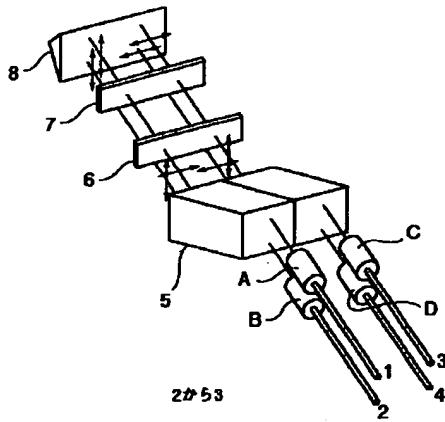


【図4】

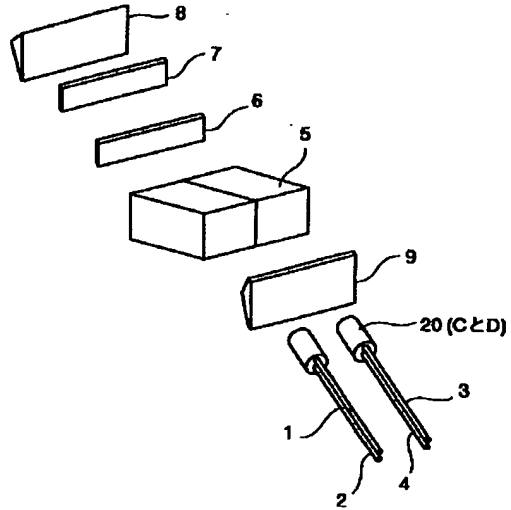


1から2

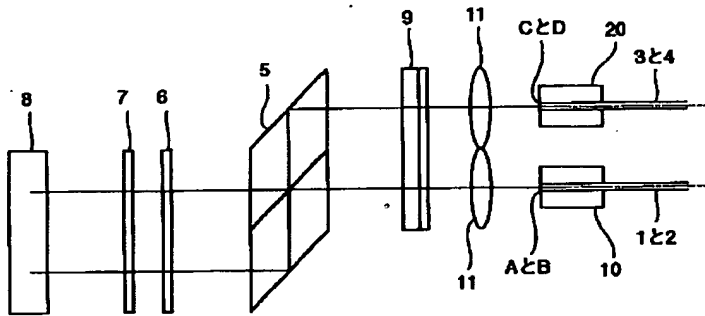
【図5】



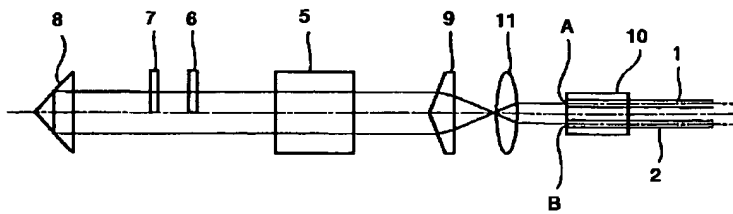
【図6】



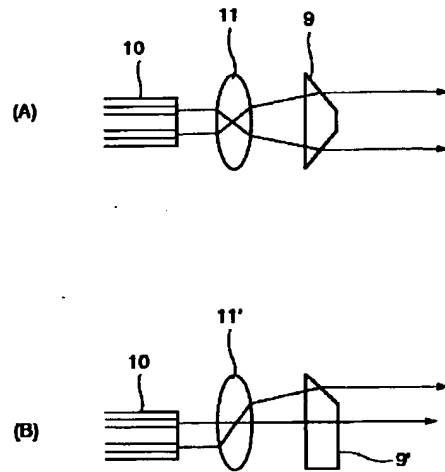
【図7】



【図8】



【図9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成9年11月6日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態による光サーキュレータの分解斜視図である。

【図2】同上第1実施の形態の平面図である。

【図3】同上第1実施の形態の側面図である。

【図4】同上第1実施の形態の作用を示す斜視図である。

【図5】同上第1実施の形態の作用を示す斜視図である。

【図6】本発明の第2実施の形態による光サーキュレータの分解斜視図である。

【図7】同上第2実施の形態の平面図である。

【図8】同上第2実施の形態の側面図である。

【図9】2芯フェルールとレンズ及びプリズムの位置関係を示す図である。

【符号の説明】

1～4 光ファイバ

A～D ポート

5 偏光ビームスプリッタ

6 ファラデー回転子

7 1/2波長板

8 直角プリズム

9 補正プリズム

10, 20 2芯フェルール